

LE SYSTÈME **PHILIPS**
DE TRAITEMENT DE L'INFORMATION
POUR LES APPLICATIONS
INDUSTRIELLES ET
SCIENTIFIQUES



CALCULATEUR P. R. 8000



le système philips
de traitement de
l'information
pour les applications
industrielles et
scientifiques

le système philips de traitement de l'information pour les applications industrielles et scientifiques

Le système de traitement de l'information Philips, fruit d'importantes et minutieuses études poursuivies et réalisées en France par Philips Industrie, est essentiellement basé sur un calculateur numérique universel PR 8000, particulièrement destiné aux applications en temps réel et à la conduite de processus industriels. Il est capable de fonctionner en système bouclé. Sa conception a été conduite en tenant compte des idées suivantes :

- Adaptation à la résolution de problèmes divers, tels que : contrôle et conduite de processus en temps réel (acquisition de données, dépouillement automatique des mesures, commande centralisée, perturbographie, régulation analogique et numérique...); calculs scientifiques et techniques.
- Extension facile par simple adjonction autorisant l'accroissement des possibilités du système, tant dans le domaine des fonctions que dans celui de la capacité et de la vitesse.
- Fiabilité poussée et maintenance aisée.
- Programmation simple et facilitée par de nombreuses aides à la programmation.
- Bon compromis coût/performance.

Un calculateur Philips PR 8000 entouré de quelques-unes de ses unités périphériques dans un laboratoire.



constitution de l'ensemble du système

L'ensemble de traitement de l'information se compose de trois parties fondamentales : l'unité d'entrées/sorties industrielles (UESI), l'unité centrale et le groupe des unités périphériques. Les circuits de ces différentes unités (UESI, calculateur, séquenceur) sont assemblés sur des cartes imprimées enfichables en verre epoxy, et dont les connecteurs sont argentés et dorés. Tous les composants utilisés sont soigneusement sélectionnés, notamment les éléments spécifiques tels que relais, amplificateurs, modules de commutation à relais, etc. Les semi-conducteurs planar au silicium assurent une bonne stabilité de caractéristiques et un fonctionnement indépendant dans de larges mesures des conditions climatiques. Les résistances sont à couche de carbone et les condensateurs en céramique possèdent un faible coefficient de température.

L'unité d'entrées/sorties industrielles (UESI) est une unité modulaire réalisée d'après les fonctions demandées par l'utilisateur et son extension est toujours possible. Elle fonctionne sous la dépendance de l'unité centrale. Après avoir reçu de cette dernière un ordre de fonctionnement à un instant donné, l'unité d'entrées/sorties industrielles travaille indépendamment, ce qui augmente le rendement de l'ensemble. Cette unité peut même, comme nous le verrons plus loin, traiter simultanément elle-même plusieurs fonctions. L'UESI est chargée :

- de recevoir les informations physiques des différents capteurs d'information analogique (tension haut ou bas niveau), numérique (impulsions et comptage en tout ou rien), de les filtrer éventuellement et de les transférer à l'unité centrale sous la forme numérique convenable ;
- de fournir, sous forme analogique ou numérique, un signal pour actionner des organes de commande industriels (régulateur PID, moteur pour vanne motorisée par exemple, lampes de signalisation, etc.).

L'unité centrale peut être constituée soit par un calculateur ou un séquenceur, soit par l'association des deux, ce qui offre une large gamme de possibilités d'applications d'autant plus que deux versions de calculateurs PR 8000 sont utilisables :

- **un calculateur réduit**, en général très suffisant pour les problèmes industriels courants, certains calculs techniques.
- **un calculateur à possibilités beaucoup plus étendues** réalisé à partir du précédent par adjonction (possible même lorsque la machine est déjà installée) d'un certain nombre de modules supplémentaires.

Ces calculateurs possèdent en particulier un directeur de priorités permettant d'interrompre le programme en cours pour intercaler l'exécution de programmes plus prioritaires, ce qui leur permet de travailler en temps réel.

Une ou plusieurs zones de la mémoire peuvent être affectées à un programme d'une priorité donnée empêchant les programmes d'un niveau de priorité différent de le détruire par fausses manœuvres ou erreur de programmation. Une base de temps surveille le déroulement du programme afin qu'une anomalie de fonctionnement ou de programmation n'arrête pas la suite des opérations (voir le chapitre calculateur).

- **Un séquenceur** permet, en association avec une U.E.S.I. d'obtenir un « logger » industriel permettant au premier stade d'étudier et de surveiller tout processus industriel.
- **Le séquenceur** en effet fournit des ordres à l'U.E.S.I. et aux tampons périphériques selon une séquence pré-déterminée. Cette unité permet ainsi de réaliser les fonctions suivantes :
 - Scrutation séquentielle des voies d'entrées analogiques ou numériques,
 - Sorties sur machine à écrire ou perforateur de bande des valeurs d'entrée,
 - Surveillance des voies et comparaison avec des seuils d'alarme (haut ou bas),
 - Signalisations sonores ou optiques de dépassement des seuils,
 - Sortie sur machine à écrire ou perforateur des renseignements concernant les voies en alarme (heure, adresse de la voie, valeur).

Calculateur et séquenceur peuvent être mis en parallèle. Le séquenceur peut ainsi permettre aux principales fonctions de sécurité d'être assurées lors de la maintenance du calculateur ou en cas de défaillance de ce dernier.

Les unités périphériques. Outre l'U.E.S.I. il est possible de connecter au calculateur des unités périphériques de nature diverse.

Elles peuvent être du type standard : machines à écrire, lecteur de bande perforée, perforateur de bande, dérouleur de bande magnétique, lecteur-perforateur de cartes, mémoire à ferrite supplémentaire. Mais il est également possible de connecter des unités telles que : tambour magnétique, traceurs de courbe de type digital, « displays » lumineux ou oscillo-

graphiques, imprimantes rapides, imprimantes à ligne, dispositifs d'adaptation à des lignes de transmission, une ou plusieurs unités de calculateur directement connectées.

Il est possible ainsi de connecter un ou deux canaux d'échange avec des unités périphériques, en simultanéité avec l'exécution du programme principal par **partage du temps d'occupation** de la mémoire.

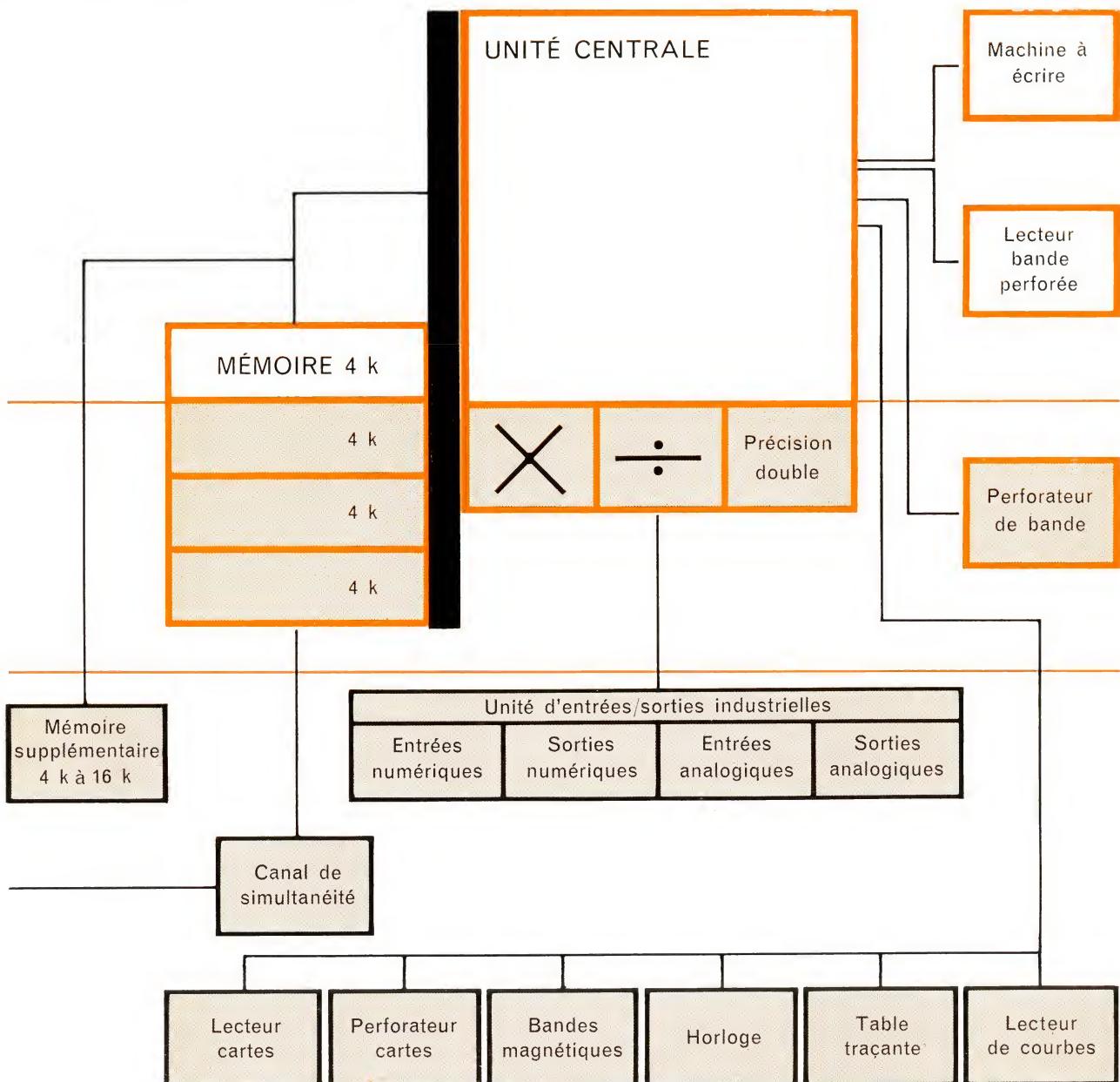
Trois modes différents sont prévus pour les échanges avec les unités périphériques :

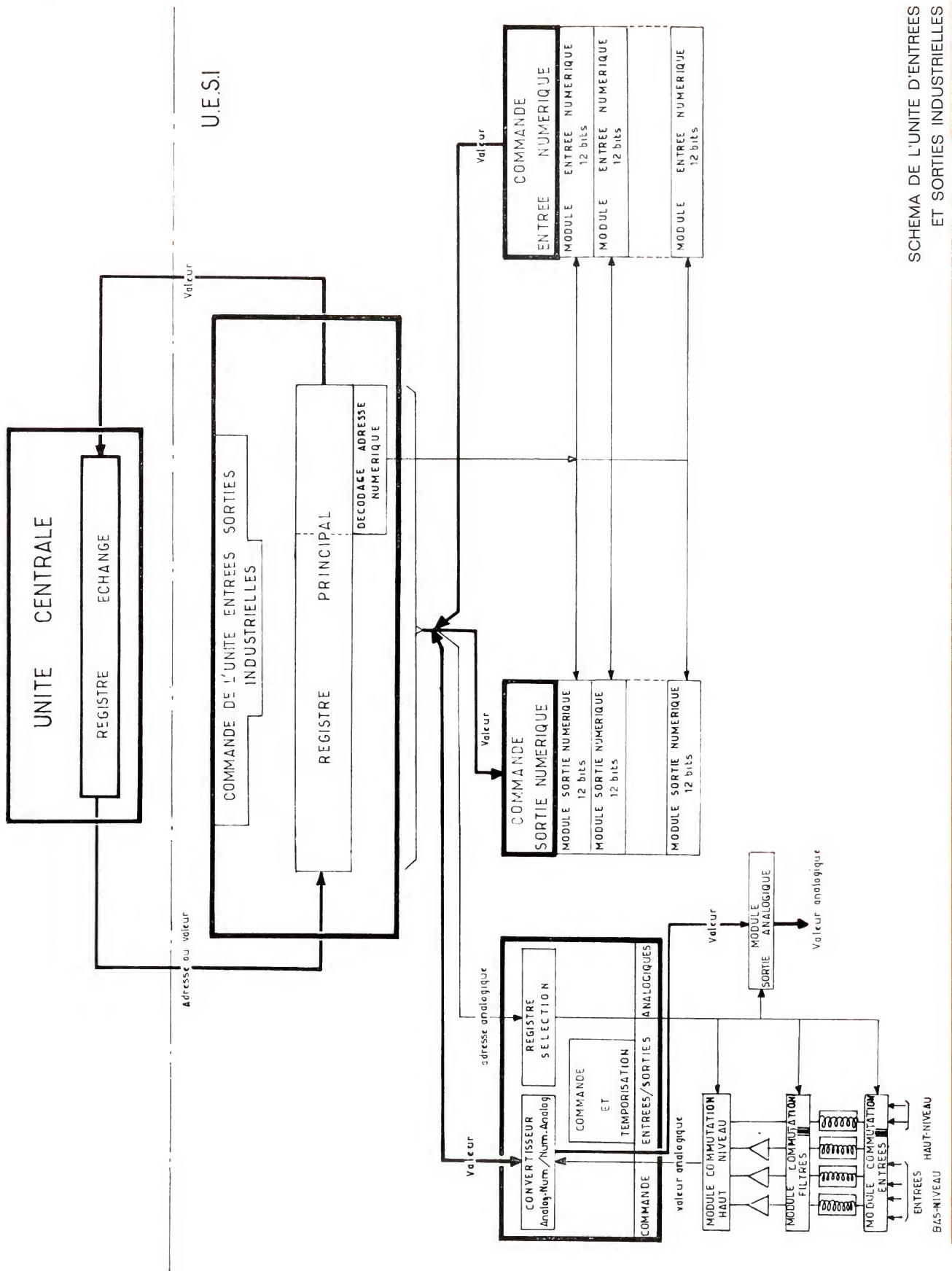
- Echanges effectués sous la dépendance des priorités,
- Connexions directes économiques pour organes rapides,
- Echanges directs avec la mémoire pour canal de simultanéité.

Dans le cas d'emploi du séquenceur, une unité périphérique peut être commune et attaquée soit par le séquenceur, soit par le calculateur, quand ces deux organes existent simultanément dans l'installation.

Le calculateur Philips PR 8000 et ses possibilités d'extension :

La partie supérieure du dessin correspond au calculateur réduit, la partie du milieu aux modules qui peuvent être ajoutés dans l'armoire du calculateur, la partie inférieure aux extensions possibles mises en dehors de l'armoire du calculateur.





l'unité d'entrées/sorties industrielles

Modularité de l'U.E.S.I.

Les caractéristiques fondamentales de l'U.E.S.I., outre la fiabilité, sont la modularité et le fonctionnement simultané. La modularité affecte trois formes différentes : les fonctions, la capacité et la vitesse. Elle permet ainsi d'adapter avec précision l'ensemble de traitement de données au problème qu'il est appelé à résoudre avec une grande facilité de modification sur une installation existante.

- **La modularité en fonction** permet de doter un ensemble, soit au moment de la construction, soit par adjonction ultérieure, des quatre fonctions suivantes : entrées analogiques, sorties analogiques, entrées numériques et sorties numériques.
- **La modularité en capacité** permet d'asservir aux quatre fonctions précédentes un certain nombre de voies. Le tableau ci-dessous indique pour chacune des fonctions la capacité de base et la capacité maximale pouvant être atteinte par adjonction de modules.

FONCTION	CAPACITE DE BASE	CAPACITE MAXIMALE
Entrées analogiques	8 voies	4096 voies
Sorties analogiques	1 voie	4096 voies
Entrées numériques	12 bits correspondant à une adresse	6144 bits ou entrées de signal « tout ou rien »
Sorties numériques	12 bits correspondant à une adresse	6144 bits ou sorties de signal « tout ou rien »

- **La modularité en vitesse** a été requise du fait que la vitesse de scrutation peut varier dans de très larges limites d'un problème à l'autre. C'est pour cette raison que la possibilité de modifier cette vitesse par combinaison de modules standards a été prévue.

La vitesse des entrées analogiques peut aller de 3 voies par seconde à 1 000 voies par seconde ; celle des sorties analogiques est de 1 000 voies par seconde. Pour les entrées numériques, la vitesse peut atteindre par seconde 8 000 adresses de 12 bits alors que pour les sorties numériques, ce nombre est de 8 000 dans le cas le plus rapide et de 200 dans le cas le plus lent.

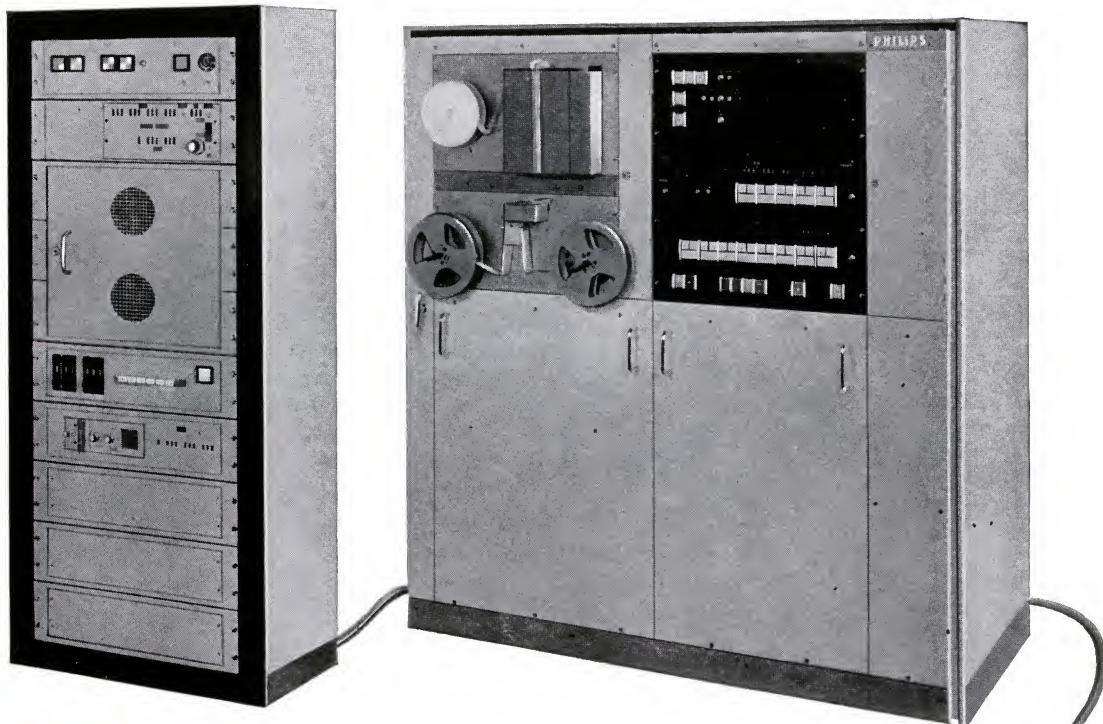
Structure logique de l'U.E.S.I.

L'unité d'entrées/sorties industrielles comporte un bloc de commande indépendant composé d'un registre principal et des circuits logiques pour la commande des opérations communes à toutes les fonctions de base. Tout échange entre l'unité d'entrées/sorties industrielles et l'unité centrale ou les organes périphériques dépendant de l'U.E.S.I., est effectué par son intermédiaire.

En outre, selon les fonctions dont l'U.E.S.I. est dotée, des équipements complémentaires lui sont adjoints :

— un ensemble de décodage d'adresses pour les fonctions numériques plus un sous-ensemble pour chaque fonction d'entrées et de sorties numériques ;

— pour les fonctions analogiques, la structure est complétée par un registre de sélection de voies et un convertisseur analogique-numérique et numérique-analogique capable de réaliser 1 000 conversions par seconde avec une précision supérieure au 1/1000^e. Ce convertisseur peut être précédé, selon les cas, d'amplificateurs à gain fixe ou télécommandés. Enfin, des filtres avec leurs circuits de temps de stabilisation sont utilisés pour les entrées analogiques.



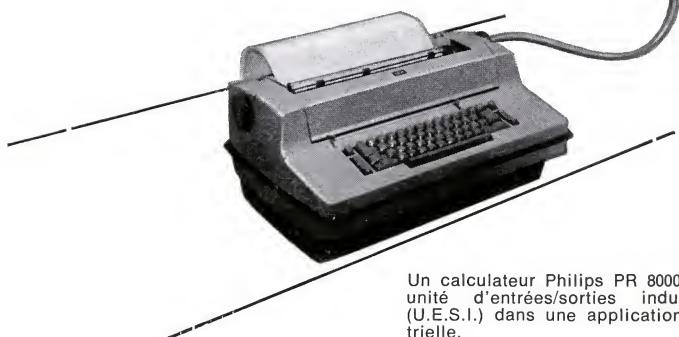
Fonctionnement simultané de l'U.E.S.I.

a) Fonctions numériques.

L'unité centrale envoie tout d'abord à l'U.E.S.I. l'adresse du groupe de 12 bits convenables. Cette adresse est mémorisée dans le registre principal, puis décodée, et le module d'entrée ou de sortie convenable est alors sélectionné.

1. Entrées numériques.

La liaison étant établie, la valeur de la configuration du groupe incriminé qui peut représenter, soit un nombre binaire à 12 chiffres, soit l'état de 12 relais différents est transférée dans le registre principal d'où elle est ensuite et immédiatement prise en charge par l'unité centrale.



Un calculateur Philips PR 8000 et une unité d'entrées/sorties industrielles (U.E.S.I.) dans une application industrielle.

2. Sorties numériques

La liaison étant établie, l'unité centrale envoie la valeur correspondante au registre principal. Cette valeur est ensuite mémorisée dans les éléments de sorties numériques. Le registre principal et l'unité centrale sont alors tous les deux libérés et disponibles pour d'autres fonctions. Les circuits de commande de sorties numériques appliquent une tension aux relais convenables pendant les quelques millisecondes nécessaires à leurs positionnements. Des relais bistables sont utilisés lorsque l'information doit être mémorisée.

b) Fonctions analogiques.

Comme dans le cas des fonctions numériques, l'unité centrale envoie d'abord l'adresse de la voie. Cette adresse est mémorisée dans le registre principal libérant ainsi immédiatement le calculateur. Cette adresse à son tour est prise en charge par le registre de sélection libérant le registre principal pour permettre à l'U.E.S.I. d'être disponible pour des fonctions numériques.

1. Entrées analogiques

L'adresse mémorisée dans le registre de sélection, associée aux signaux de commande de l'U.E.S.I., assure les commutations nécessaires pour réunir la voie choisie au convertisseur. Les circuits de commande par comparaison avec l'adresse précédente déterminent

et imposent les temporisations nécessaires pour les temps de stabilisation des filtres et le temps de fermeture des relais. Ce temps écouté, la conversion s'effectue, et la valeur est conservée dans le registre du convertisseur. A la fin de cette conversion, un signal est envoyé à l'unité centrale pour indiquer que cette conversion est achevée. Quand l'unité centrale répond qu'elle est disponible, la valeur est transférée du registre du convertisseur au registre principal d'où elle est envoyée à l'unité centrale. Les modules de commutation pour les entrées bas niveaux et lentes sont à relais « dry reed » scellés sous atmosphère inerte. Pour les hauts niveaux rapides, la commutation est électronique. Les filtres utilisés peuvent atteindre un affaiblissement de 60 dB au moins à 50 c/s.

2. Sorties analogiques

L'adresse de la voie mémorisée dans le registre de sélection et les signaux de commande préparent la voie sélectionnée pour la mise à jour. L'unité centrale informée de la fin de cette opération envoie alors au registre principal la valeur correspondant à l'adresse sélectionnée. Elle est ensuite transférée au registre du convertisseur qui la transforme en valeur analogique.

A la fin de cette conversion, la valeur analogique est prise en charge par un amplificateur à mémoire et un signal est envoyé vers l'unité centrale indiquant que l'opération est terminée.

c) Simultanéité.

Grâce à ces structures logiques, l'unité centrale et le registre principal de l'U.E.S.I. sont occupés uniquement pendant une durée égale au temps de transfert de deux mots (adresse et valeur). En dehors de ce temps, l'U.E.S.I. travaille indépendamment du calculateur qui est libéré pour d'autres opérations (calculs, décisions). Chaque fonction de l'U.E.S.I. peut s'effectuer indépendamment ou en simultanéité avec d'autres fonctions, ainsi, par exemple :

- le calculateur peut effectuer un calcul de rendement,
- alors que pendant ce temps l'unité analogique traite une voie analogique,
- tandis que l'unité de sortie numérique peut positionner des relais,
- et que l'unité d'entrées numériques peut valider une adresse.

Tout cela au même instant, avec simultanéité complète.

calculateur PR 8000 : structure générale de la machine

La Mémoire

Le PR 8000 est équipé d'une mémoire à ferrites standard, avec possibilité de fendre le cycle « splitting » entre le demi-cycle de lecture et le demi-cycle d'écriture, permettant ainsi d'effectuer une opération avant écriture. Son cycle total est de 7 μ s.

La mémoire de base a une capacité de 4 096 mots de 25 bits, le 25^e étant le bit d'impunité. La capacité peut faire l'objet d'extensions jusqu'à 16 384 mots sans pour cela effectuer de modifications : ni des programmes (la partie adresse a 14 bits), ni d'armoire (l'emplacement étant prévu).

Pour les systèmes nécessitant une capacité de plus de 16 384 mots, il est possible de doubler cette capacité par l'adjonction d'une mémoire extérieure et d'un simple dispositif, sans, toutefois, introduire d'instructions supplémentaires.

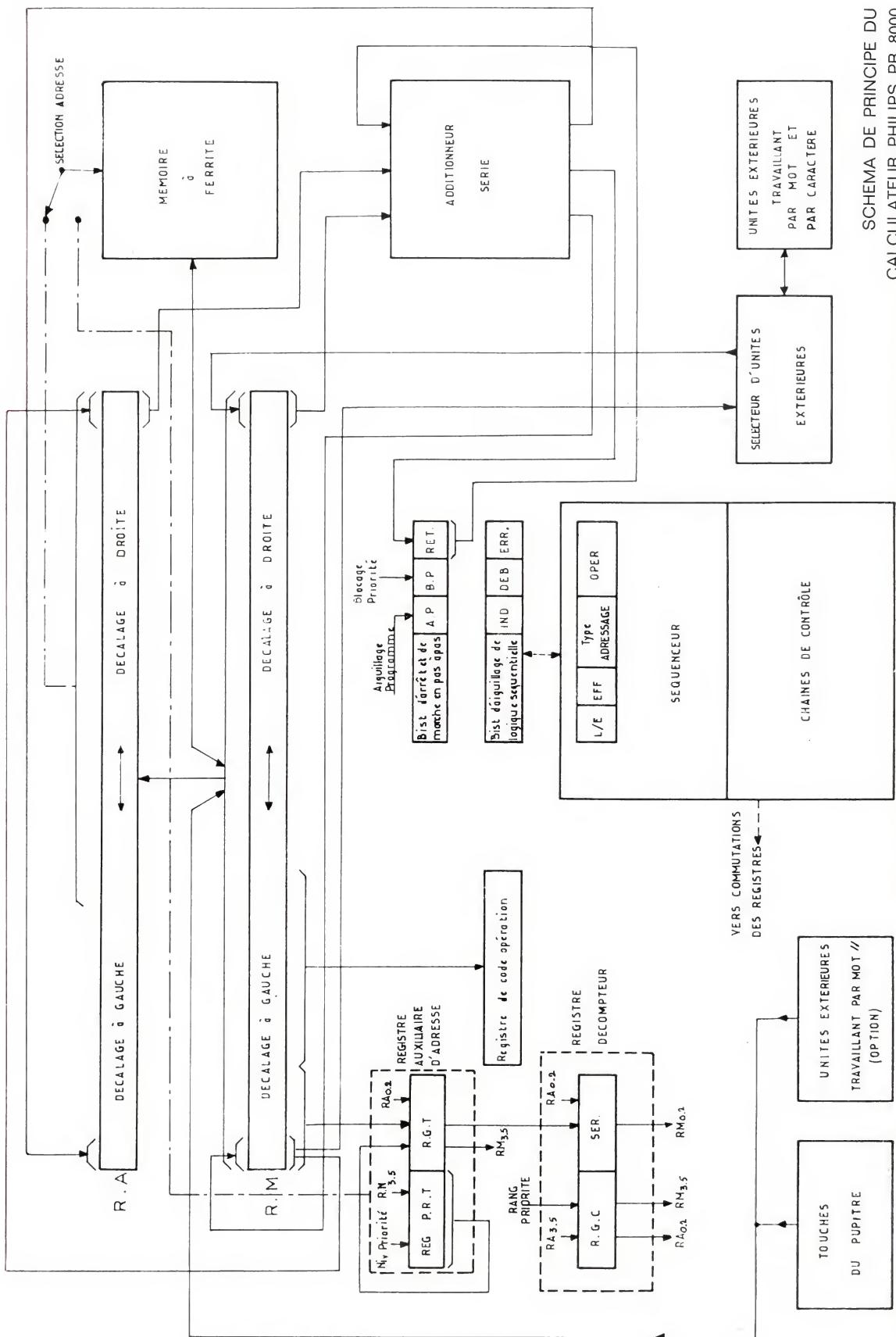
Les Registres

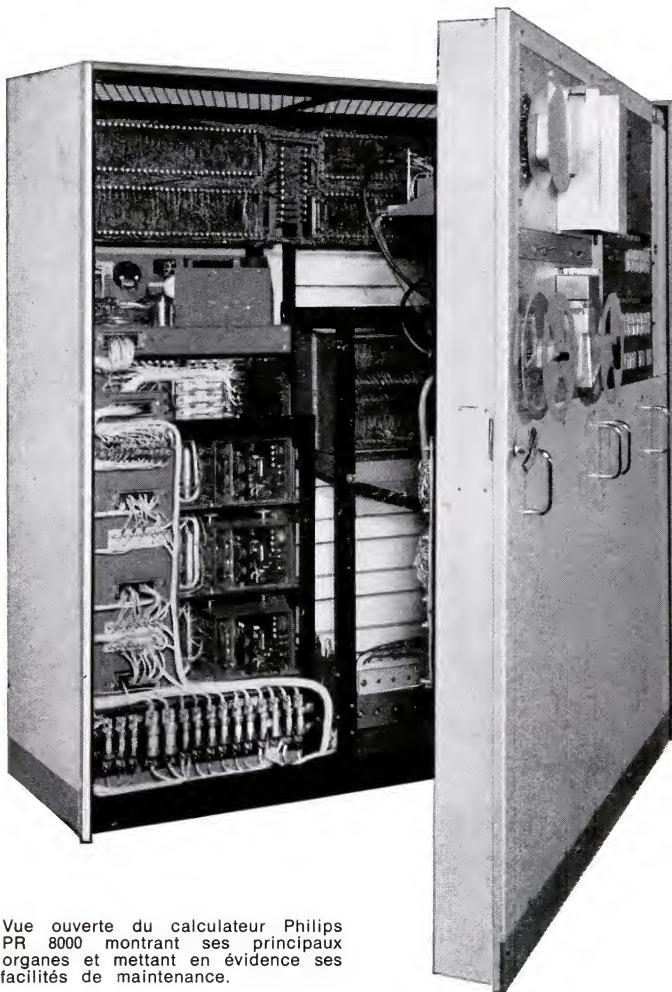
— Registres à transistors et diodes

Les registres principaux de l'unité centrale sont :

- le **registre mémoire** (R. M.) qui tient les informations d'un mot lu dans la mémoire ferrite ou devant être écrit dans cette mémoire ;
- le **registre adresse** (R. A.) qui tient l'adresse de sélection du mot à lire ou à écrire dans la mémoire ferrite.

Ces registres de 24 bits, sont directement liés à la mémoire à ferrites et servent aussi de **registres support** pour les opérations arithmétiques, logiques et de décalages. Ils sont décalables à droite ou à gauche, isolément ou mis bout à bout.





Vue ouverte du calculateur Philips PR 8000 montrant ses principaux organes et mettant en évidence ses facilités de maintenance.

Il existe également un registre permettant la sélection des emplacements spéciaux (registres de travail). Ce registre est constitué par :

- le registre R.G.T. (3 bits) qui donne le numéro du registre de travail ;
- le registre P.R.T. (3 bits) qui donne le niveau de priorité en cours.

Les autres registres nécessaires au contrôle de la machine sont les suivants :

- un registre de 6 bits contenant le **code-opération** et 2 **bistables modificateurs** de code ou d'adresses ;
- 3 registres de 6 bits chacun qui sont le **registre SEQ** précisant la micro-opération principale en cours d'exécution, les 2 autres contenant des bistables d'aiguillage de logique séquentielle, des bistables de débordement, d'erreur ou d'anomalie de l'unité centrale, des bistables d'arrêt, de marche en pas à pas, d'aiguillage de programme et de blocage de priorité ;
- un **registre compteur** de 6 bits formé du compteur SER (3 bits) qui permet le découpage du temps à l'intérieur d'un cycle mémoire et d'un compteur auxiliaire R.G.C. (3 bits).
- **Registres de numéros de programme et de travail.**

Ces registres sont constitués par des emplacements spéciaux de la mémoire (0 à 77 octal) :

- Les 8 premières adresses (0 à 7) sont relatives au niveau de priorité zéro ;
- Les 8 suivantes (10 à 17) sont affectées au niveau de priorité 1, et ainsi de suite jusqu'au niveau 7 auquel sont affectées les adresses 70 à 77 en mémoire à ferrites.

Soit P , le nombre désignant le numéro de priorité. L'adresse $(0 + 8P)$ contient le numéro de programme et les adresses allant de $(1 + 8P)$ à $(7 + 8P)$ sont les 7 registres de travail afférents au niveau de priorité P .

Les registres de travail, existant en grand nombre, banalisés au point de vue de leur emploi, peuvent être utilisés au choix comme :

- registres accumulateurs,
- registres de décalage,
- registre d'analyse bit par bit,
- registre de concentration et de dispersion de caractère,
- registres d'opérations logiques,
- registres d'adresses,
- registres de comptage,
- registre de modification d'adresse (registre 8 indexage).

Les niveaux de priorités

Un directeur de priorités permet les interruptions de programme (par signaux extérieurs ou par signaux internes générés par le programme), pour le passage à des programmes plus prioritaires. Cet aspect est très important pour une machine de contrôle devant travailler en temps réel.

Huit niveaux de priorités sont prévus :

En standard : un seul programme par niveau.

En option : jusqu'à 7 programmes par niveau, c'est-à-dire jusqu'à **49 programmes prioritaires** sur le programme de priorité zéro.

La structure logique de la machine a été étudiée en vue de faciliter les interruptions de programmes et de les rendre efficaces. Pour éviter les stockages et restaurations des contenus des registres inhérents à toute interruption de programme, chaque niveau de priorité possède son propre registre de numéro de programme, et ses 7 propres registres de travail.

Protection mémoire

La mémoire peut être décomposée en zones fictives dont le nombre d'emplacements est un multiple de 256. Grâce à un pin-board une ou plusieurs zones peuvent être affectées à un des huit niveaux de priorité. Réciproquement plusieurs niveaux de priorité peuvent être affectés à une ou plusieurs zones. Si une zone n'est pas affectée, elle est accessible à toutes les priorités.

Grâce à cet arrangement, on ne peut inscrire dans les emplacements de mémoire d'un programme d'une priorité donnée, des informations destinées à un programme d'une priorité différente.

Surveillance du déroulement du programme

Une base de temps permet de détecter que l'on n'a pas terminé l'exécution d'une instruction au bout d'une milliseconde par suite d'anomalie de fonctionnement ou de programmation.

Elle déclenche alors un passage à l'instruction suivante afin de ne pas laisser invalider les signaux d'appel des programmes prioritaires.

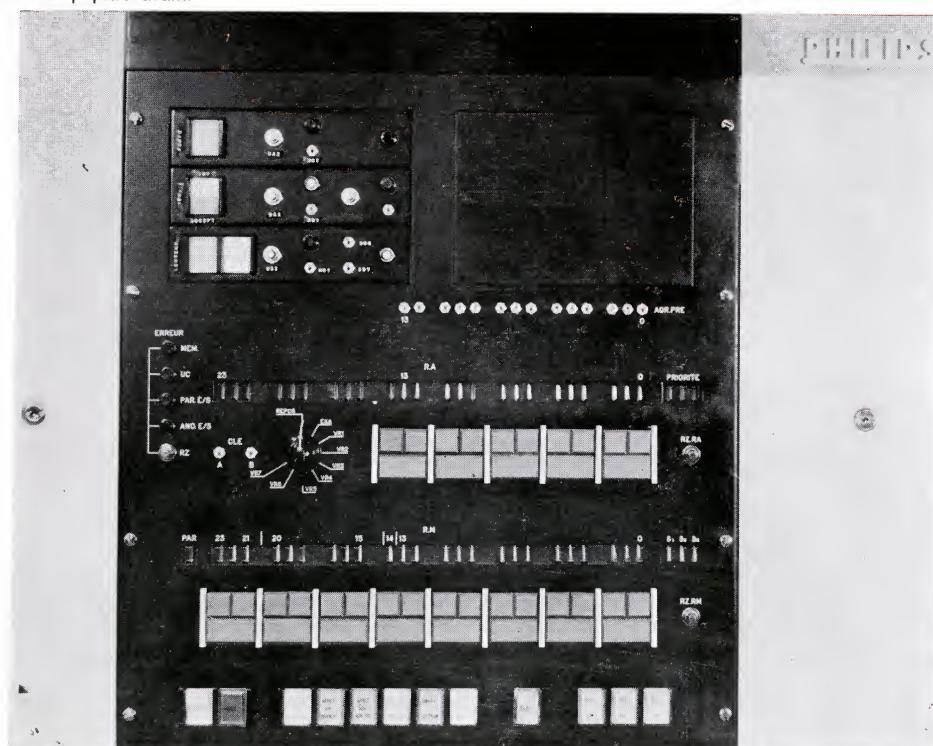
Le pupitre

Le pupitre du PR 8000 a été conçu de manière à répondre aux exigences parfois contradictoires du programme, de l'opérateur et de la maintenance. En effet, on peut effectuer les opérations suivantes :

- visualisation de tous les registres et bistables,
- modification du contenu des registres,
- restauration des bistables,
- exécution pas à pas du programme,
- arrêt du programme à une adresse choisie par l'opérateur, ou à chaque branchement,
- branchement du programme par positionnement de clés,
- indications des erreurs détectées par l'unité de contrôle (échanges entrée/sortie, dépassement de capacité, etc.).

Malgré sa richesse d'utilisation, le pupitre du PR 8000 n'en demeure pas moins très simple dans sa présentation comme dans son emploi.

Vue du pupitre avant.

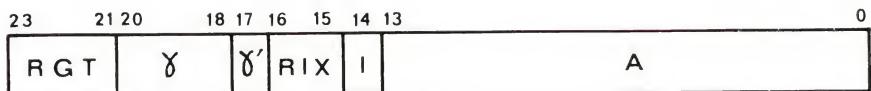


A - Les instructions

Structure

Le mot d'instruction a une structure à **1 adresse et demie**.

Il comporte les différentes parties suivantes :



CODE

1. — **L'indication du numéro de registre de travail « RGT ».** Cette information de 3 bits (21 à 23) qui indique le numéro de registre de travail (demi-adresse) si $RGT \neq 0$, a le sens de modification de code-opération, si $RGT = 0$. Il s'agit, dans ce cas, soit d'instructions n'utilisant pas de registre de travail (ex. : arrêt, changement de priorité), soit d'instructions de rupture de séquence inconditionnelle, soit d'instructions nécessitant deux registres de travail qui doivent être obligatoirement les registres 1 et 2 (multiplication, division, opérations en précision double).

2. — **Le code-opération.** Les positions binaires du mot allant de 18 à 20 donnent la classe de l'instruction (γ).

- Pour les classes 1, 2, 5, 6, 7, le code-opération est complété par la position binaire 17 (γ').
- Pour les classes 0, 3 et 4, le code-opération est complété par les positions binaires 17, 16 et 15 (γ' et RIX).

3. — La zone RIX (positions 15 et 16) précise, s'il y a lieu, le registre d'indexage utilisé pour la modification d'adresse, dans les instructions des classes 1, 2, 5, 6, 7.

4. — **Le bit désigné par « I »** (position 14) indique le mode d'adressage qui est direct si $I = 0$, et indirect si $I = 1$.

N'ayant pas de sens pour les instructions d'entrées/sorties, il garde sa signification pour toute autre instruction, y compris celles de décalage dont la partie adresse contiendrait l'adresse où trouver le nombre de positions à décaler.

5. — **La Partie Adresse « A »** (position 0 à 13) contient une adresse en mémoire ou une constante, un numéro d'unité extérieure, ou encore un numéro de registre de travail qui, rappelons-le, n'est qu'un emplacement spécial dans la mémoire. Ainsi, les registres de travail sont adressables, soit par la demi-adresse (RGT), soit par la partie adresse elle-même (A).

Possibilité d'adressage

Une adresse peut être indexée et/ou indirecte.

Pour les instructions des classes 1, 2, 5, 6, 7, les 17 bits du mot allant de 0 à 16 ($A + I + RIX$) précisent l'adresse effective :

- A donne une adresse,
- Cette adresse sera d'abord modifiée par indexation si $RIX \neq 0$,
- L'adresse ainsi calculée peut être indirecte si $I = 1$.

D'autre part, une adresse indirecte peut, elle-même, être indirecte : il y a donc possibilité d'**adressage indirect en chaîne**.

A titre indicatif, le répertoire des instructions disponibles sur PR 8000 est reproduit sur le tableau de la page suivante :

- (A) signifie : contenu de la mémoire d'adresse A,
- (RGT) signifie : contenu du registre de travail RGT,
- * veut dire : cette instruction n'existe pas dans la version minimale - elle est fournie en option.

LES INSTRUCTIONS DU CALCULATEUR PHILIPS PR 8000

classe 0	Temps μ s	classe 3	Temps μ s	classe 4 (suite)	Temps μ s
BRR Branchement inconditionnel (adresse relative)	28	DNU Déconnexion d'une unité extérieure	36	SNG Décalage court numérique gauche	40
BRD Branchement relatif, si débordement	28	DNS Déconnexion d'un signal	36	SLD Décalage court logique droite	40
HLT Halte		CNU Connexion d'une unité extérieure	36	SLG Décalage court logique gauche	40
BIA Branchement relatif, si interrupteur A	28	CNS Connexion d'un signal	36	SAN Décalage court d'analyse	36
BIB Branchement relatif, si interrupteur B	28	SEL Sélection d'une voie d'une unité	60	*SNO Normalisation simple	60
BPO Branchement relatif, si $(RGT) \geq 0$	36	REM Réception d'un mot	60	ACT Addition d'une constante	48
BNG Branchement relatif, si $(RGT) < 0$	36	REC Réception d'un caractère alphanumérique	48	SCT Soustraction d'une constante	48
BZE Branchement relatif, si $(RGT) = 0$	36	REB Réception d'un caractère binaire (2 octaux)	48	PCT Placement d'une constante	36
BDR Diminution de (RGT) de 1 et branchement relatif si $(RGT) \neq 0$	48	SEM Sortie d'un mot	60	ICT Intersection avec une constante	48
		SEC Sortie d'un caractère alphanumérique	48		
		SEB Sortie d'un caractère binaire (2 octaux)	48		
classe 1		classe 4		classe 5	
BRA Branchement inconditionnel	28	AD 1 Addition de 1	48	*PDB Placement double	72
BRS Branchement avec retour spécial	48	ZER Zéro en mémoire (effacement)	48	*MDB Mémorisation double	72
INF Saut si $(RGT) < (A)$	56	CPL Complémentation à 1 d'un mot	48	PLA Placement	44
DIF Saut si $(RGT) \neq (A)$	56	ABS Valeur absolue	36	MEM Mémorisation	44
classe 2		*LND Décalage long numérique droite	68	classe 6	
CHP Changement de priorité	28	*LNG Décalage long numérique gauche	68	*ADB Addition double	112
BRT Branchement avec retour	68	*LLD Décalage long logique droite	68	*SDB Soustraction double	112
*MSP Mémorisation sans protection	44	*LLG Décalage long logique gauche	68	ADD Addition	56
PER Permutation (échange)	76	LAN Décalage long d'analyse	64	STR Soustraction	56
classe 3		*LNO Normalisation double	96	classe 7	
		SDN Décalage court numérique droite	40	*MUL Multiplication	460
				*DIV Division	834
				INT Intersection (ET logique)	56
				REU Réunion (OU logique)	44

B - Les langages de programmation

Le PR 8000 peut, comme il a été indiqué plus haut, s'adapter aux besoins spécifiquement industriels, mais encore aux calculs scientifiques et techniques. Aussi est-il prévu des langages de programmation variés.

- **Un langage symbolique**, image précise du langage machine, mais plus accessible à l'intuition;
- **Des langages universels** Algol et Fortran.

LE LANGAGE D'ASSEMBLAGE

A une instruction machine correspond une instruction symbolique dans laquelle on trouve les trois parties suivantes : référence, code-opération, et adresse.

La **Référence** permet de repérer sous une forme intuitive chaque instruction ou facteur, par exemple : DEBUT, DEPART, TABLE 1, X3, Y, SOMME 6, etc., le premier caractère étant obligatoirement une lettre.

Le **Code-Opération** s'écrit sous forme mnémonique : ADD, SOU, DIV, MUL, NOR (normalisation), BRA (branchement), etc.

Mais c'est surtout par l'**Adressage** qu'apparaissent les avantages de ce langage. La partie Adresse peut en effet, contenir :

- soit une adresse,
- soit une constante qui peut être un nombre décimal, ou un entier octal, ou un libellé alphanumérique,
- soit le numéro d'un signal ou d'une unité.

Elle peut être nulle dans certains cas (HLT, SNO, SAN). Une adresse peut être absolue, symbolique, symbolique décalée, relative avant ou arrière, et en plus être indexée et (ou) indirecte. Les constantes sont repérées par le signal = qui les précède.

L'écriture des constantes décimales est pratiquement la même que celle de l'écriture courante (entier et fractionnaire séparés par un point, puissance de 10 précédée de E). Le programmeur doit indiquer le nombre de positions binaires qu'il désire après la virgule en indiquant ce nombre après le repère B. Si cette dernière indication ne figure pas, le nombre sera exprimé en virgule flottante.

Voici quelques exemples d'adresses :

0643	Absolue
SOMME, DEPART, X1	Symbolique
ALPHA/I	Indirecte
* + 17, * — 65	Relative
TABLE/5	Indexée
TABLE/6I	Indirecte et indexée
= + 1, = 3.14E12B5 = 2.13E3B10.	Constantes décimales
= A. TEMPS = A. NOM	Constante alphanumérique
= 6430	Constante octale

En un mot, le langage d'assemblage fournit une écriture plus explicite que le langage machine, décharge le programme des travaux de conversion binaire-décimale, facilite la désignation des facteurs. De plus, il traite automatiquement l'implantation du programme en mémoire.

FORTRAN ET ALGOL

Signalons enfin que la version minimale du PR 8000 (4 096 mots) permet la compilation du langage FORTRAN. Le langage ALGOL 60 passe sur la version 8 192 mots de la machine.

Si les idées de base qui ont présidé à la conception du système Philips du traitement de l'information ont pu au départ paraître ambitieuses, cet exposé a montré que toutes les conditions énoncées ont été tenues.

Ce système, composé autour du calculateur Philips PR 8000, trouve donc facilement sa place dans toute industrie devant s'automatiser ou tout laboratoire désirant posséder un ensemble apte à résoudre facilement tous les calculs qui se présentent quotidiennement et pour lesquels un ensemble plus important n'est pas adapté.

